

## 東北地方太平洋沿岸における歴史津波の評価をめぐって

蝦名 裕一

### はじめに

東北地方太平洋沿岸で発生した歴史津波に関する研究は、従来から貞観 11 年（869）に発生した貞観地震津波についての史料や津波堆積物の研究がおこなわれてきたが、平成 23 年（2011）に発生した東日本大震災をうけて、より多様な分野の研究者によって新たな研究が展開することになった。特に、貞観津波と東日本大震災との間に発生した、これらに匹敵する規模の歴史津波の存在についての研究が大きく進展した。ひとつは享徳 3 年（1454）の享徳地震津波の存在を示す史料が新たに確認されたこと、また慶長 16 年（1611）に発生した地震津波（以下、慶長奥州地震津波）に対する再評価が進んだという点である。この中で、東北地方太平洋沿岸における津波堆積物調査が進められ、様々な地点で享徳地震津波、あるいは慶長奥州地震津波と推定される津波堆積物が発見されている（図 1）。しかしながら、炭素年代測定法では享徳地震津波と慶長奥州地震津波を明確に区別することが難しく、その地震の規模をめぐって評価が分かれている。また、慶長奥州地震津波の再評価については、これを「震災史観」として否定的にみる見解も示されている。

本報告では、享徳地震津波と慶長奥州地震津波、加えて元和 2 年（1616）に発生した仙台地震を事例としながら、これらの地震津波像について、主に歴史学研究の視点から整理することにする。



図 1：東北地方太平洋沿岸における歴史津波の堆積物の分布

## 2. 享徳地震津波の評価をめぐって

### (1) 享徳地震津波に関する史料について

行谷・矢田（2014）は、山梨県山梨市の普賢寺に伝わる『王代記』の享徳3年（1454）11月23日に「十一月廿三日夜半、天地震動シテ、奥州ニ津波打テ、百里山ノ奥ニ入テ、人多海ニ入テ死、」という記述から、東北地方太平洋沿岸において大きな地震津波が発生したことを指摘した。加えて、『王代記』以外にも、近世期に成立した『会津旧事雑考』が「夜大地震」と記していることや、石巻市の『加納家年代記』では康正元年（1455）の出来事として「霜月廿三日夜大津浪」と記されていることなどから、その存在を確実視する。

ただし、この地震津波の規模や被害範囲については、未だ不明な点が多い。行谷・矢田（2014）では、享徳3年の津波が青森県～福島県の太平洋岸の一部を襲ったことはほぼ間違いないとしている。佐々木淳（2021）によると、石巻市地域には、享徳地震津波の存在を裏付けるように、享徳地震発生日が命日と推定できる板碑が複数存在している。一方、石橋（2015）は、『王代記』の記述の解釈の可能性として、「百里山ノ奥ニ入テ」を東北地方の沿岸100里＝約390kmであるとみれば、東日本大震災と同規模の地震津波となるかもしれないと指摘した。しかし、当時の人々が東北地方太平洋沿岸を100里という正確な数値を把握できていたのかという問題がある。また、『日本国語大辞典』によると、「里」という単位について、当時は1里＝36町（約3.9km）だけではなく、1里＝6町（約650m）とする用法が混在しており、後者は特に東国で用いられていたという。ゆえに、史料からは享徳地震津波が東日本大震災に匹敵すると評価するのは困難である。

### (2) 享徳地震津波の津波堆積物の分布をめぐって

東北地方太平洋の沿岸部においては震災以前より、穴倉ほか（2007）などで1611年の慶長奥州地震津波に由来すると考えられる津波堆積物が存在することが確認されていた。享徳地震津波の堆積物としては、Sawai et al.（2012）が石巻および仙台平野で十和田a火山灰層の上位に2層の津波堆積物を確認し、そのうちひとつを享徳津波の堆積物とした。またSawai et al.（2015）では、かつてSawai et al.（2008）で発見した宮城県山元町の水神沼における津波堆積物を、享徳津波のものと修正した上で、仙台平野における津波浸水シミュレーションをおこない、享徳津波の地震規模が貞観津波に匹敵する可能性を示した。ただし、Sawai et al.（2015）の中で、該当する津波堆積物が慶長奥州地震津波によるものである可能性を否定していない。

一方、川又（2022）は、岩沼市高大瀬で確認された貞観津波以降の津波堆積物について、考古学的な手法による発掘調査を実施し、該当する津波堆積層以降にスギやマツの花粉が増加するなど人々の動態が活発化していることから、この津波堆積物が慶長奥州地震津波に由来するものである可能性が極めて高いとしている。ゆえに、東北地方太平洋沿岸の津波堆積物の年代比定、特に享徳地震津波と慶長奥州地震津波の堆積物の判別には、考古学的分析も含めた更なる検討が必要である。また、Ishizawa et al.（2021）は、岩手県野田村において発見された貞観津波以降の津波堆積物について、高精度年代測定法を用いて分析した結果、これが1611年慶長地震津波によるものであり、享徳地震

津波によるものは確認できなかったとしている。ここから、現段階では、享徳地震における津波浸水範囲は石巻から仙台平野にかけて、一方の慶長奥州地震の津波浸水範囲は仙台平野から岩手県北部までを想定することができる。

### 3. 慶長奥州地震津波の評価をめぐって

#### (1) 慶長三陸地震津波から慶長奥州地震津波へ

慶長奥州地震津波については、以前より「慶長三陸地震津波」という呼称で研究が進められ、羽鳥（1975）、宇佐美（1978）、都司・上田（1994）などの研究で、当時の松前藩から相馬中村藩、現在の北海道から東北地方沿岸各地の史料、江戸に滞在していた公家の日記、スペイン人探検家ビスカイノの記録などの史料が分析されている。また、これらの研究から、相田（1977）は昭和8年（1933）の昭和三陸地震津波と同様の津波波源モデルを提唱した。これに対し、渡邊（1999）はビスカイノの報告や、現在の宮城県岩沼市と推定される「千貫松」付近の津波浸水について記した『駿府記』などの史料に懐疑的で、政宗による創作とみなした。これについて岩本（2013）は、渡邊説は史料の分析に問題も多く、慶長奥州地震津波の矮小化していると批判している。



図2：慶長奥州地震津波に関する史料の分布



東日本大震災後、蝦名・高橋（2014）はビスカイノ報告を原本から再翻訳し、その記事の信頼性を確認した。また蝦名（2013）では、『駿府記』の記述や盛岡藩、相馬中村藩における史料の記述を再検討し、地震・津波被害の分布状況から、地震の規模は昭和三陸地震津波以上であり、東日本大震災に匹敵する規模になる可能性を指摘した（図2）。また、津波の名称についても「慶長三陸地震津波」という名称自体の問題点を指摘し、当時の史料に依拠した「慶長奥州地震津波」という呼び方を提唱した。また、慶長奥州地震津波の地震規模について、今井ほか（2015）では、組み合わせ最適化手法を用いて Mw8.5～8.8 とした。その後も慶長奥州地震津波の地震規模については、福原・谷岡（2017）で Mw9.1 が提唱されるなどの研究が続けられている。

また、蝦名（2011）では、慶長奥州地震津波の数年後から津波被災地で仙台藩の川村孫兵衛らが展開した塩田事業などには、災害からの復興という側面を見いだせるとした。また、岡田（2017）は、相馬中村藩における各郷の石高が慶長奥州地震津波の数年後に急激に低下し、その後に城下集落の形成や松林の造成といった開発政策によって復興していったとしている。

## （2）「震災史観」をめぐって

一方、慶長奥州地震津波の評価の見直しについては、菅野（2013）は「何でも震災に結びつける「震災史観」と言っても良いような考え」として批判的な見解を示している。その論拠としては、『駿府記』の「千貫松」をめぐる記述を問題視し、その場所は岩沼ではなく、三陸沿岸の出来事であると解釈すれば地震規模は小さくなる、と指摘する。同様に、齋野（2017）も「震災史観」を批判しつつ、『駿府記』の記述について政宗が家康との関係を印象づけるための創作としている。

歴史学研究において、史料を慎重に読み解きながら、様々な意見を相対化・客観視しながら議論を続けるべきという点はもっともである。しかしながら、この「震災史観」という批判自体、いくつかの問題点を抱えている。例えば、菅野（2013）は、『駿府記』における「千貫松」の位置について、これを岩沼ではなく三陸沿岸の出来事であると解釈すれば地震規模は小さくなる、としている。しかしながら、その別候補となる「千貫松」の存在を示す史料や根拠については、現在に至るまで明示していない。あわせて、「震災史観」として批判される史料は主に『駿府記』をめぐる論駁に留まり、盛岡藩や相馬中村藩における史料を分析の対象とすることもなく、また震災後に確認された新たな津波堆積物や享徳地震津波研究に対しては全く言及することがない。

「震災史観」という言葉の定義は未だに曖昧である。菅野（2022）は、慶長奥州地震津波研究を挙げて、「地震や津波に関する歴史研究には、往々に「震災史観」ともいうべき意識を感じる」としているが、それでは震災後に展開した享徳地震津波の研究も「震災史観」ということになりはしないか。続けて、菅野（2022）はこうした研究動向が「かつて皇国史観や唯物史観がもたらしたような異様に偏った歴史認識が再現される危険性」があるとするが、これは慶長奥州地震津波研究に危険な「震災史観」というレッテルを貼り、学術的議論以前に否定すべき存在として誘導しているに等しい。

しかも、「震災史観」という批判の中で、震災以前から蓄積されてきた歴史災害研究に対する言及が乏しい。既に述べたように、震災以前から地震研究者を中心に「慶長三陸地震津波」に関する史料分析



が進められ、その中で『駿府記』の記述をめぐる議論は幾度も重ねられてきた。慶長奥州地震津波の研究は、これらの先行研究の延長に展開したものである。あるいは、震災以前の地震津波研究の経緯が踏まえられていないがゆえに、慶長奥州地震津波研究があたかも東日本大震災を契機に突如としてあらわれているようにみえてはいはしないだろうか。例えば齋野（2017）のような「千貫松」を政宗の創作とみなす説も、既に渡邊（1999）で示されている視点であり、従来の「千貫松」をめぐる議論とどのように関連するかという相対的な視点を欠いている。

こうした「震災史観」のようなレッテルを先行させた視点は、歴史災害研究における慎重な学術的議論に弊害を及ぼしかねない。例えば、佐々木徹（2021）は慶長遣欧使節について論じる中で、先述の菅野（2013）の視点をうけ、慶長奥州地震津波が東日本大震災に匹敵する規模とする説に対し、原田ほか（2019）を引用し、「明治三陸地震（一八九六年）や昭和三陸地震津波（一九三三）と同じマグニチュード八、一程度ではなかったとする見解も提示されている」とする。『理科年表』にみるように、明治三陸地震の地震規模についての定説は  $M 8 \frac{1}{4}$  あるいは  $M_w 8.0$  とされており、明治三陸地震が昭和三陸地震と同じ規模とする見解は先行研究の中には存在しない。これは、引用した原田ほか（2019）の記述が誤っていたためであるが、明治三陸地震津波についての先行研究を押さええていなかったため、その誤りを修正することができなかったのではないか。いわば、「震災史観」という否定的な視点が先行されることで、歴史災害に関する基礎的な先行研究が踏まえられていなかった例といえよう。

### （3）慶長奥州地震の史料分析—江戸における地震動について—

前述の佐々木（2021）が引用する原田ほか（2019）は、菅野（2013）などの「震災史観」説を引きながら、蝦名（2014）以降の慶長奥州地震津波研究を批判する。その論拠となる史料が、同時代に江戸に滞在していた公家・山科言緒の『言緒卿記』であり、慶長16年（1611）10月28日条に「辰刻大地震振」、翌29日に「至夜地動」と記されている。この記述について、原田ほか（2019）では東日本大震災における有感地震が200回を越えていることや、寛政5年（1793）1月7日の地震について、余震の記録が50回以上あることから、『言緒卿記』には活発な余震活動の記述や誘発地震の記載がないとして、震度3程度と推定し、慶長奥州地震津波の地震規模が小さかったとする。この説は、まず震源地に近い東北諸藩の史料についてほぼ触れずに、慶長奥州地震津波の全体の地震像を語っているという問題点がある。そもそも、文献資料の残存量が明らかに異なる寛政地震津波の事例や、現代の地震計による東日本大震災のデータと、慶長期の『言緒卿記』とを単純に比較するのは、それぞれの資料が作成された歴史的背景を度外視している分析手法と言わざるをえない。

ここで、『言緒卿記』の史料分析から、作者である山科言緒が地震について記す際の基準を探ってみることにする。表1は『言緒卿記』に記される地震記事を抽出したものである。『言緒卿記』は慶長6年（1601）から元和6年（1620）までの20年間の日記で、そのうち記述があるのが103ヶ月分であり、その中で16回の地震記録が存在する。この中で、大地震と記されているのは3回であり、1回は慶長16年（1611）8月21日に発生した会津地震を、後日伝え聞いたものである。続けて、慶長奥州地震津波による10月28日および翌日の地震動である。今ひとつは、慶長19年（1614）10月25日、

| 和暦          | 西暦         | 滞在地  | 記述                                                    |
|-------------|------------|------|-------------------------------------------------------|
| 慶長16年10月10日 | 1611.11.14 | 三島   | 今日地振シ了                                                |
| 慶長16年10月15日 | 1611.11.19 | 江戸   | 地振戌刻也                                                 |
| 慶長16年10月28日 | 1611.12.2  | 江戸   | 一、辰刻 <b>大地振</b><br>一、至夜地動                             |
| 慶長16年11月2日  | 1611.12.5  | (会津) | 一、八月九日ニ会津ノ柳津 <b>大地振</b> 、堂舎仏閣尽破滅之由<br>(会津地震の伝聞)       |
| 慶長19年10月23日 | 1614.11.24 | 京都   | 一、戌刻地振                                                |
| 慶長19年10月25日 | 1614.11.26 | 京都   | 一、今日未刻 <b>大地振</b> 、前大樹ノ御前伺候申了<br>一、院参仕、地振御見廻ニ致伺候之由申入了 |
| 慶長20年4月13日  | 1615.5.10  | 京都   | 一、入夜地震                                                |
| 元和2年9月24日   | 1616.11.3  | 小田原  | 一、戌刻地振                                                |
| 元和2年10月1日   | 1616.11.9  | 京都   | 一、地動、戌刻                                               |
| 元和2年12月17日  | 1617.1.24  | 京都   | 地振                                                    |
| 元和3年12月17日  | 1618.1.13  | 京都   | 一、亥刻ニ地振、                                              |
| 元和3年12月18日  | 1618.1.14  | 京都   | 一、地振午刻、                                               |
| 元和5年1月11日   | 1619.2.25  | 京都   | 卯刻地振、                                                 |
| 元和5年10月11日  | 1619.11.16 | 京都   | 十一日庚申 天晴 地震未刻                                         |
| 元和5年10月25日  | 1619.11.30 | 京都   | 一、寅刻ニ地振                                               |
| 元和5年11月22日  | 1619.12.27 | 京都   | 巳刻地震                                                  |

表1：『言緒卿記』における地震記事

作者が京都で体験した地震である。この地震について、『理科年表』によると、従来は越後高田の地震とされていたが、検討すべき点が多いとされる。ただし、当時作者が済んでいた京都周辺の被害をみると、『当代記』（『増訂大日本地震史料所収』）では「大地震、午下刻、然共家屋無顛倒」とある。同じ地震を記した『江戸幕府日記写』（『新収日本地震史料補遺』所収）では「然共二条之御屋形ハ無顛倒」、『坂上池院日記』（『新収日本地震史料続補遺』所収）では「然共トモ二条ノ御屋形ハ無顛倒」とあるので、無事だったのは二条の屋敷のことだったのだろう。また『当代記』では二条御所において「天水ノ桶落タリ」と記されており、比較的大きな地震動であったと考えられる。また『慶長日記』（『日本の歴史地震史料拾遺』所収）には「大地震人 家多破倒」とあり、『徳川実紀』には家屋や寺社の倒壊や、死者2名・負傷者370名があったと記録されている。これらの史料の記述を総合して考えると、この地震における京都での震動は、現在の震度階級にあてはめると少なくとも震度4、家屋被害があったとすれば震度5弱から震度5強程度を想定するべきだろう。なお、先の会津地震について、作者は伝聞ではあるが、多くの家屋が倒壊した地震であることを認識した上で「大地振」と記している。ここから、山科言緒が記す「大地振」とは、家具の落下や、建物が倒壊する危険性がある震動を感じるものだったと判断できる。ゆえに、『言緒卿記』における「大地震」について、原田ほか(2019)のように震度3程度の地震とする評価は過小評価であるといえる。

なお、『大槌古館由来記』に元和2年（1616）10月28日に地震と津波が発生したとする記述があ

り、この記述は従来から慶長奥州地震津波の記事と見なされているが、原田ほか（2019）では元和2年（1616）7月28日に発生した仙台地震と混同されている可能性がある」と指摘している。明確には述べられていないが、『大槌古館由来記』における地震・津波の記述は仙台地震のものであり、ゆえに慶長奥州地震津波の規模は小さかったということであろうか。しかし、蝦名（2022）による『大槌古館由来記』を含めた大槌地域の史料全体の分析によれば、これはやはり年代の誤りであり、慶長奥州地震津波についての記述に他ならない。こうした原田ほか（2019）における史料分析の誤りについては、「震災史観」というバイアスを入り口とし、慶長奥州地震津波の存在を否定すべきという先入観から史料を分析してしまったことがひとつの要因だったといえよう。

## おわりに

ここまで、東北地方太平洋沿岸における歴史津波のうち、特に享徳地震津波と、慶長奥州地震津波について、近年の研究動向から描きうる地震・津波像について述べてきた。

現段階において、史料的な観点からは、享徳地震津波と慶長奥州地震津波は、どちらも大きな地震動と津波をとまなう災害であったとみることができる。問題は、それぞれの規模をどのように設定するかという点になる。享徳地震津波については、史料が限定的であることもあるが、これを東北地方太平洋沿岸全域の災害とするのは難しい。一方で、慶長奥州地震津波については、当時の東北諸藩や松前藩の各地に地震・津波が発生したことを記述した史料が存在していることから、東北地方沿岸全域に津波被害をもたらしたことは確かである。また、東北地方太平洋沿岸の津波堆積物については、未だそれらが享徳地震津波と慶長奥州地震津波のどちらに起因するかという問題が残るが、現段階では享徳地震の津波浸水範囲を石巻から仙台平野にかけて、一方の慶長奥州地震の津波浸水範囲を仙台平野から岩手県北部までと設定すれば、双方の地震津波に関する史料の分布状況と符合する。

享徳地震津波と慶長奥州地震津波は、時代的な史料の制約や、津波堆積物分析の難しさなどから、これからも研究分野の垣根を超えて、様々な視点から議論を続けていく必要がある。しかし、慶長奥州地震津波に対する「震災史観」というレッテルからの批判の中でみてきたように、否定的なバイアスありきで分析することは、先行研究を踏まえない拙速な判断や、誤った史料分析を促す要因となりうる。東北地方太平洋沿岸の歴史津波をめぐることは、未だ多くの研究課題が山積している。それぞれの研究者が不要な先入観をもたず、それぞれ史料や津波堆積物の研究分析に幾度も向き合いながら、様々な研究視角からの学術的議論を重ねていくことが必要である。

## 参考文献

- 相田勇，三陸沖の古い津波のシミュレーション，東京大学地震研究所彙報，52，71-101，1977.  
 蝦名裕一，慶長大津波と震災復興，季刊東北学，東北芸術工科大学東北文化研究センター p 124-138，2011.  
 蝦名裕一，慶長奥州地震津波の歴史学的分析，宮城考古学(15)，p 27-43，2013  
 蝦名裕一・高橋裕史，『ビスカイノ報告』における 1611 年慶長奥州地震津波の記述について，歴史地震，29，p 195－257，2014.  
 蝦名裕一，[講演要旨] 元和二年（1616）仙台地震の津波被害をめぐる，歴史地震，38，p 222，2022.  
 福原紘太・谷岡勇市郎，歴史津波史料をデータとし津波遡上計算により推定された 1611 年慶長三陸津波地震の震源モデル，JPGU-AGU joint Meeting 2017，HDS16-10，2017.



- 原田智也・西村昭仁・佐竹健治・古村孝志, 1611 年慶長三陸地震は 2011 年東北地方太平洋沖地震と同様の巨大地震だったか?, 日本地球惑星科学連合 2019 大会報告要旨, 2019.
- 羽鳥徳太郎, 「三陸沖歴史津波の規模と推定波源域」東京大学地震研究所彙報, 第 50 冊第 4 号, 1976.3.31, pp.397-414, 2019.
- 石橋克彦, 2015, 「講演要旨」1454 (享徳三) 年に奥州に大津波をもたらした地震について, 歴史地震, 第 30 号, 207, 2015.
- 岩本由輝, 歴史としての東日本大震災一口碑伝承をおろそかにするなかれ一, 刀水書房, p 41-51, 2013.
- 菅野正道, 2013, 慶長地震の評価をめぐって, 市史せんだい vol.23, p22-28, 2013.
- 菅野正道, 2022, 郷土史から見る<震災一〇年>当事者として, 研究者として, 震災学 vol.16, 102-107, 2022.
- 川又隆央, 岩沼市高大瀬遺跡で発見された慶長奥州地震津波堆積物について、シンポジウム歴史が導く災害科学の新展開Ⅴ一文理融合による 1611 年慶長奥州地震津波の研究一、28-33、2022.
- 国立天文台編, 理科年表 2023, 丸善, 2003.
- 武者金吉編, 復刻日本地震史料 第 1 巻, 明石書店, 2012.
- 行谷佑一・矢田俊文, 「講演要旨」享徳三年 (1454 年) に奥州を襲った津波, 歴史地震, 第 28 号, 167, 2013.
- 行谷佑一・矢田俊文, 史料に記録された中世における東日本太平洋沿岸の津波, 地震 第 2 輯 / 66 巻 (2014) 4 号, p. 73-81, 2014.
- 岡田清一, 慶長奥州地震と相馬中村藩領の復興: 東北福祉大学, p 231-244, 2017.
- 斎野裕彦, 津波災害痕跡の考古学的研究, 同成社, p203-211, 2017.
- 佐々木淳, 「講演要旨」享徳地震発生日な命日と推定できる板碑について, 歴史地震 36, 2021.
- 佐々木徹, 慶長遣欧使節一伊達政宗が夢見た国際外交, 吉川弘文館, p84-87, 2021.
- 澤井 祐紀, 東北地方太平洋側における古津波堆積物の研究, 地質学雑誌, 123 巻 10 号, 2017.
- 宍倉正展・澤井祐紀・岡村行信・小松原純子・Than TinAung・石山達也・藤原治・藤野滋弘, 石巻平野における津波堆積物の分布と年代, 活断層・古地震研究報告, No.7, p31-46, 2007.
- 高田圭太・宍倉正展・今井健太郎・蝦名裕一・後藤和久・越谷 信・山本英和・五十嵐厚夫・市原季彦・木下博久・池田哲哉・岩手県県土整備部河川課, 2016, 岩手県沿岸における津波堆積物の分布とその年代, 活断層・古地震研究報告, No. 16, p. 1-52, 2016.
- Takashi Ishizawa・Kazuhisa Goto・Yuichi Nishimura・Yosuke Miyairi・Chikako Sawada・Yusuke Yokoyama, Paleotsunami history along the northern Japan Trench based on sequential dating of the continuous geological record potentially inundated only by large tsunamis, Quaternary Science Reviews 279-1, 2022
- 都司嘉宣・上田和枝, 慶長 16 年 (1611), 延宝 5 年 (1677), 宝暦 12 年 (1763), 寛政 5 年 (1793), および安政 3 年 (1856) の各三陸地震津波の検証. 歴史地震, 11, 75-106, 1995.
- 東京大学地震研究所編, 新収日本地震史料 補遺, 1989.
- 東京大学地震研究所編, 新収日本地震史料 続補遺, 1993.
- 宇佐美龍夫編, 日本の歴史地震史料 拾遺, 1998.
- 宇佐美龍夫, 江戸時代における三陸地方の地震活動.地震研究所彙報,53,379-406, 1978.
- 渡邊偉夫, 三陸沿岸に來襲した貞観津波と慶長津波に関する疑問の史料(記述), 津波工学研究報告 16, 51-59, 1999
- Yuki Sawai・Yushiro Fujii・Osamu Fujiwara・Takanobu Kamataki・Junko Komatsubara・Yukinobu Okamura・Kenji Satake・Masanobu Shishikura, Marine incursions of the past 1500 years and evidence of tsunamis at Suijin -numa, a coastal lake facing the Japan Trench, The Holocene 18 (4), 517-528, 2008
- Yuki Sawai・Yuichi Namegaya・Yukinobu Okamura・Kenji Satake・Masanobu Shishikura, Challenges of anticipating the 2011 Tohoku earthquake and tsunami using coastal geology, Geophysical Research Letters 39 L21309, 2012.
- Yuki Sawai・Yuichi Namegaya・Toru Tamura・Rei Nakashima・Koichiro Tanigawa・Shorter intervals between great earthquakes near Sendai: Scour ponds and a sand layer attributable to A.D. 1454 overwash, Geophysical Research Letters 42(12), 2015Geophysical Research Letters 42(12), 2015.